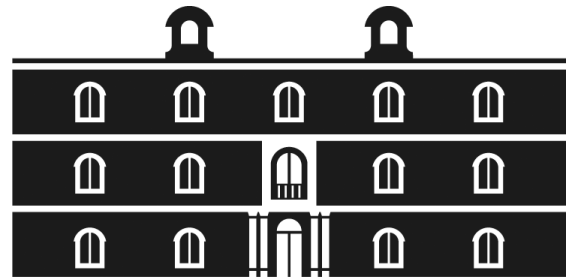


**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



**industriales**  
etsii UPCT

**Diseño de un sistema de transporte  
de áridos desde tolva de alimentación  
hasta máquina cribadora, incluyendo  
dos tramos de desplazamiento  
horizontal y uno de desplazamiento  
vertical.**

**Titulación:** I.T.I. especialidad Mecánica  
**Alumno:** Ignacio Benito Herrero  
**Director:** Miguel Lucas Rodríguez

Cartagena, 24 de Marzo de 2015



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# Documento 1


## Memoria descriptiva

Titulación: I.T.I. especialidad Mecánica  
Alumno: Ignacio Benito Herrero  
Director: Miguel Lucas Rodríguez

Cartagena, 24 de Marzo de 2015

## Índice

|  |   |
|--|---|
| 1.- ANTECEDENTES .....   | 1 |
| 2.- OBJETO DEL PROYECTO .....  | 1 |
| 3.- FACTORES A CONSIDERAR .....  | 1 |
| 4.- NORMATIVA .....  | 2 |
| 5.- PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA ADOPTADA..... | 2 |
| 5.1.- Soluciones alternativas .....  | 2 |
| 5.2.- Descripción de la solución adoptada .....                                  | 3 |
| 5.2.1.- Estructura metálica para dar soporte al sistema .....                    | 3 |
| 5.2.2.- Unidad motora .....  | 4 |
| 5.2.3.- Cadena de rodillos.....  | 4 |
| 5.2.4.- Cangilones para el transporte del árido.....                             | 4 |
| 5.2.5.- Tolva de descarga.....   | 5 |
| 5.2.6.- Sistema de volcado .....   | 5 |
| 6.- MANTENIMIENTO .....  | 6 |
| 7.- PLAN DE EXPLOTACIÓN O UTILIZACIÓN .....                                      | 6 |
| 8.- PRESUPUESTO .....  | 6 |
| 9.- BIBLIOGRAFÍA.....  | 7 |
| 10.- AGRADECIMIENTOS .....   | 7 |
| 11.- CONCLUSIÓN A LA MEMORIA.....  | 8 |

|  |   |  |                     |
|--|---|--|---------------------|
|  <p>Universidad<br/>Politécnica de<br/>Cartagena</p> | <p>Proyecto Final de Carrera</p> <p><b>Diseño de un sistema de<br/>transporte de áridos</b></p> | <p>Realizado por: Ignacio Benito Herrero<br/>Fecha: Marzo 2015</p> |                     |
|  |   | <p>Revisión: 0</p>   | <p>Hoja: 1 de 9</p> |

## 1.- ANTECEDENTES

Este proyecto se redacta de acuerdo a la asignatura “PROYECTO FIN DE CARRERA” de la titulación Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica, impartida en la Universidad Politécnica de Cartagena.

La corrección y supervisión corresponden a Don Miguel Lucas Rodríguez del Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación.

## 2.- OBJETO DEL PROYECTO

El correspondiente proyecto tiene como objeto definir los procesos necesarios para la fabricación de un sistema de transporte de áridos desde tolva de alimentación hasta máquina cribadora, mediante el diseño, los cálculos correspondientes, la descripción y la valoración de los elementos que lo componen. Este sistema realiza una operación automática para suministrar cinco toneladas de aceite esencial en forma de esferas de uno a dos centímetros de diámetro en un flujo continuo a lo largo de una jornada laboral de ocho horas.


Así mismo servirá como base para la ejecución y construcción del sistema. Este proyecto se ha realizado con la idea de buscar la mejora de los procesos transporte de materiales a granel cuando por las características geométricas del recorrido deban utilizarse más de un sistema.

## 3.- FACTORES A CONSIDERAR

Según las necesidades del mercado se ha considerado adecuado e innovador el desarrollo de un sistema de transporte de áridos a través de cangilones oscilantes a lo largo de una cadena de rodillos. Esta solución llevará a una mejora en los procesos de producción, puesto que se mejora la eficiencia económica y su instalación supone un diseño con un solo sistema para tres tramos. Esto implica ahorro de costes de mantenimiento y una mayor limpieza del sistema.

Todo esto se consigue mediante la utilización de una cadena de rodillos de alta flexibilidad. Para la instalación del sistema se requerirá de los siguientes elementos:

- Estructura metálica para dar soporte al sistema.
- Unidad motora.
- Cadena de rodillos.
- Cangilones para el transporte del árido.
- Sistema eléctrico.
- Tolva de descarga.
- Sistema de volcado.

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | Universidad<br>Politécnica de<br>Cartagena | Proyecto Final de Carrera<br><br><b>Diseño de un sistema de<br/>transporte de áridos</b> |  | Realizado por: Ignacio Benito Herrero<br>Fecha: Marzo 2015 |  |
|  |  | Revisión: 0  |  | Hoja: 2 de 9   |  |

La solución propuesta de un sistema de cangilones oscilantes, no está difundida actualmente entre los sistemas que se diseñan habitualmente, existiendo solamente un diseño similar bajo patente, lo que redundará en los beneficios a obtener del diseño escogido.

## 4.- NORMATIVA

La normativa a utilizar fue la siguiente.


- UNE 58-200: Terminología de aparatos para cargas a granel.
- UNE 58-211: Código de seguridad. Reglas generales.
- UNE 58-212: Elevadores de cangilones con cadenas calibradas de eslabones redondos de acero.
- UNE 58-214: Reglas para el cálculo de estructuras de acero.
- UNE 58-217: Código de seguridad. Reglas particulares.
- UNE 58-220: Código de seguridad para sistemas de manutención continua por cadenas.
- UNE 58-222: Elevadores de cangilones. Clasificación.
- Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural: Acero (CTE – DBSE: A)
- Reglamento de Seguridad en Máquinas (RSM).
- Ordenanza general de la seguridad e higiene en el trabajo.
- Ley de prevención de riesgos laborales.
- Estatuto de los trabajadores.
- Ley de medio-ambiente de la Región de Murcia.
- Ley de protección de medio-ambiente atmosférico (ámbito nacional).

## 5.- PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA ADOPTADA

### 5.1.- Soluciones alternativas

De entre las posibles soluciones para el transporte de áridos se encuentran:

- Cintas transportadoras.
- Sistemas neumáticos.
- Mesas de sacudidas.
- Tornillo sin fin.
- Mesas aerodeslizantes.
- Transporte por cangilones sobre cinta.
- Transporte por cangilones oscilantes.

|  |   |  |                     |
|--|---|--|---------------------|
|  <p>Universidad<br/>Politécnica de<br/>Cartagena</p> | <p>Proyecto Final de Carrera</p> <p><b>Diseño de un sistema de<br/>transporte de áridos</b></p> | <p>Realizado por: Ignacio Benito Herrero<br/>Fecha: Marzo 2015</p> |                     |
|  |   | <p>Revisión: 0</p>   | <p>Hoja: 3 de 9</p> |

Las cintas transportadoras son un sistema ampliamente usado y de instalación asequible, pero con el tiempo se desgastan y ensucian, dando costos de mantenimiento moderados. Además, este sistema requeriría de dos o tres tramos.

El sistema neumático es muy caro, y además, la soplante o compresor eleva el coste del mantenimiento, así que aunque es posiblemente la solución más sencilla, también es la más costosa.

Con la mesa de sacudidas y los aerodeslizadores, existen dos problemas. Aplicarlos a nuestro sistema es bastante complejo, y además su instalación y mantenimiento son complejos.

El tornillo sin fin y los cangilones en cinta, al igual que la cinta transportadora, requerirían de dos o tres tramos, y al igual que las cintas transportadoras no se consideran convenientes.

Por eso para este proyecto se ha decidido utilizar un sistema de cangilones oscilantes a través de cadena de rodillos. Con una compleja instalación, pero muy provechoso a largo plazo.

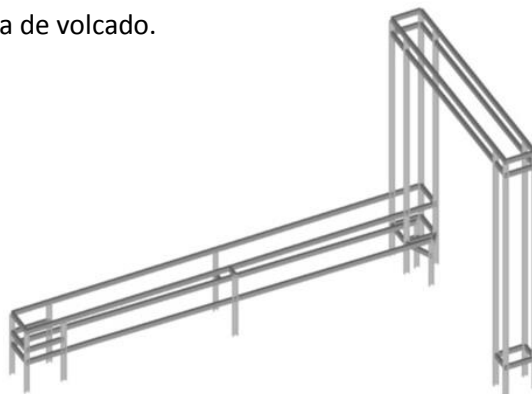
En la siguiente tabla se resumen las ventajas e inconvenientes de cada sistema:

|                       | Precio de instalación | Precio de mantenimiento | Simplicidad del sistema |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Cinta transportadora  | ++                    | -                       | -                       |
| Sistema neumático     | --                    | --                      | ++                      |
| Mesa de sacudidas     | -                     | --                      | --                      |
| Tornillo sin fin      | +                     | +                       | --                      |
| Aerodeslizadores      | --                    | --                      | --                      |
| Cangilones en cinta   | +                     | +                       | --                      |
| Cangilones oscilantes | --                    | ++                      | ++                      |

## 5.2.- Descripción de la solución adoptada

### 5.2.1.- Estructura metálica para dar soporte al sistema

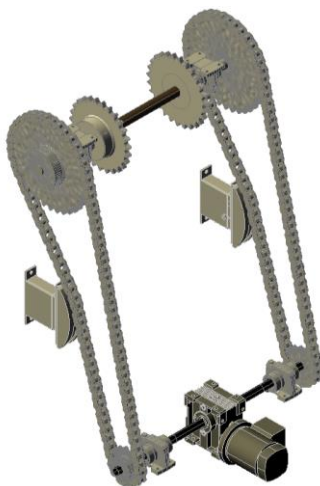
Se ha utilizado una estructura metálica compuesta por perfiles UPN80 de acero laminado S355. La estructura se ha configurado para ayudar a dar soporte a los elementos del sistema, como las guías de las cadenas, los soportes de los ejes de las ruedas dentadas, tolva de alimentación o el sistema de volcado.





### 5.2.2.- Unidad motora

La unidad motora se compone de una unidad motora-reductora con una salida de 22 rpm, de la empresa Atlanta gmbh modelo 55 23 061. Para transmitir el movimiento a la cadena principal se emplea el mismo tipo de cadena con un tensor de la empresa Murtfeldt, modelo SPANN-BOX® size 2. Los piñones son todos de la empresa Tsubaki, de 36 y 13 dientes para el sistema motor eje, y 28 dientes para la rueda principal.



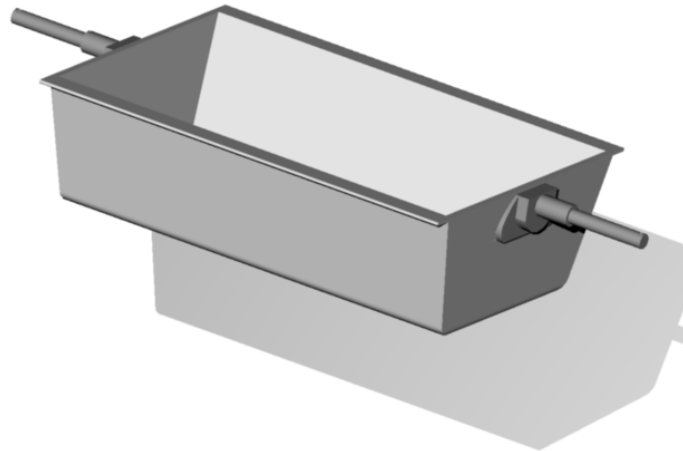
### 5.2.3.- Cadena de rodillos

La cadena de rodillos es la parte más importante del proyecto. Irá guiada en los tramos horizontales y suelta en los tramos verticales, que hará en forma de hélice, de tal forma que el recorrido de ambas cadenas sea de la misma longitud. En el tramo inferior de vuelta la cadena interior tendrá un ligero desvío vertical para compensar la diferencia de longitud. Tanto el tramo de hélice como el tramo inclinado no suponen ningún problema, ya que esta cadena, modelo TF80 Side Bow Roller Chain de la empresa Rexnord, permite con tolerancias angulares entre eslabones.

### 5.2.4.- Cangilones para el transporte del árido

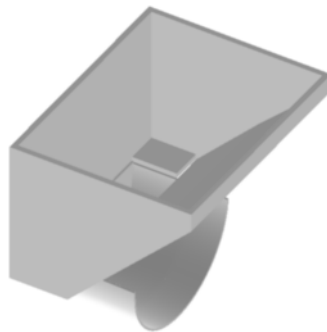
Deberán ser diseñados y fabricados específicamente, ya que los sistema de cangilones oscilantes están patentados, y sólo es posible adquirir el sistema entero. Además, no se diseñan según las cadenas tipo ANSI o DIN, y por tanto tampoco sería posible acoplarlos a la cadena elegida.

Serán de nylon endurecido y los elementos de unión de acero inoxidable de baja resistencia. Los elementos irán soldados entre sí y encajados al cangilón debido a su geometría. Se podrá añadir un poco de silicona en los puntos indicados cuando las tolerancias no hayan permitido un ajuste adecuado.



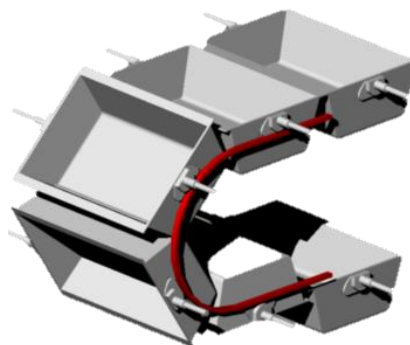
#### 5.2.5.- Tolva de descarga

La tolva de descargada será fabricada con chapa metálica soldada, y suministrará el material a granel en las condiciones especificadas en este proyecto.




#### 5.2.6.- Sistema de volcado

El sistema de volcado consiste en dos guías paralelas fabricadas de nylon endurecido, que obligarán a girar a los cangilones oscilantes produciendo la descarga del árido.





|  |   |                                       |   |
|--|---|---------------------------------------|---|
|  <div>Universidad<br/>Politécnica de<br/>Cartagena</div> | Proyecto Final de Carrera                       | Realizado por: Ignacio Benito Herrero |   |
|  | Diseño de un sistema de<br>transporte de áridos | Fecha: Marzo 2015                     |   |
|  |   | Revisión:                             | 0 |

## 6.- MANTENIMIENTO

Las cadenas de rodillos que funcionan a baja velocidad son la solución perfecta siempre y cuando se cumplan una serie de exigencias. La más básica de todas es la lubricación. Una cadena bien lubricada, sometida a poca carga y a baja velocidad, y en un ambiente moderadamente limpio, puede no requerir nunca de un recambio. Por este motivo se han incluido elementos autolubrificantes, se han puesto guías en gran parte del recorrido de la cadena, y se ha prestado especial atención a la selección de la cadena.

Pese a todas estas precauciones, se deberá realizar un seguimiento especial al alargamiento de la misma y al ruido y las vibraciones que se produjeran, ya que delatarían un fallo en la instalación.

El motor, los soportes de los ejes, los tensores, y las ruedas autolubrificantes tienen los consejos de mantenimiento en el propio manual del fabricante.

## 7.- PLAN DE EXPLOTACIÓN O UTILIZACIÓN


La idea del proyecto es reducir costes a largo plazo, innovando en la instalación estándar de las cadenas de rodillos. Con la incursión de nuevos materiales flexibles y resistentes a la vez, pueden ser capaces de trabajar en tres dimensiones, en vez de en trayectorias planas.

El diseño objeto de este proyecto va a permitir un ahorro económico y una ayuda a las labores de mantenimiento, pues aparte, la mayoría de ejes, así como todas las cadenas y todos los soportes de los ejes, son intercambiables entre sí.

## 8.- PRESUPUESTO

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>1.- Perfiles y chapa</b>                              | <b>896,22 €</b>   |
| <b>2.- Elementos normalizados</b>                        | <b>22,00 €</b>    |
| <b>3.- Redondos de acero</b>                             | <b>114,00 €</b>   |
| <b>4.- Productos de catálogo</b>                         | <b>1.265,00 €</b> |
| <b>5.- Sistema eléctrico y dispositivos de seguridad</b> | <b>84,00 €</b>    |
| <b>6.- Mano de obra</b>                                  | <b>3.700,00 €</b> |
| <b>Total</b>   | <b>6.081,22 €</b> |

Asciende el total del presupuesto de ejecución material del presente proyecto, a la cantidad de seismil ochenta y un euros y veintidós céntimos (6.081,22€).

|  |   |  |                     |
|--|---|--|---------------------|
|  <p>Universidad<br/>Politécnica de<br/>Cartagena</p> | <p>Proyecto Final de Carrera</p> <p><b>Diseño de un sistema de<br/>transporte de áridos</b></p> | <p>Realizado por: Ignacio Benito Herrero<br/>Fecha: Marzo 2015</p> |                     |
|  |   | <p>Revisión: 0</p>   | <p>Hoja: 7 de 9</p> |

**Presupuesto de ejecución material 6.081,22 €**

**6% de beneficio industrial 364,87 €**

**Total 6.446,09 €**

Así mismo el total del presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de seismil cuatrocientos cuarenta y seis euros y 9 céntimos (6.446,09€).

## 9.- BIBLIOGRAFÍA

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu> – Estudios sobre el momento de inercia

<http://www.tracepartsonline.net> – Documentos CAD

<http://www.igus.co.uk/> - Guías deslizantes

<http://us.misumi-ec.com> – Componentes mecánicos

Chaikin, Paul "Reference Frame", Physics Today, June 2007 p8. – Factor de empaquetamiento de esferas

Normativa UNE

Normativa ISO

Shigley and Mischke Mechanical Engineering Design

## 10.- AGRADECIMIENTOS


La conclusión de este proyecto ha supuesto todo un reto.

Quisiera agradecer el apoyo dado a mi acompañante en la vida, mi novia Gloria. El tesón con el que me han educado a mis padres. La sonrisa constante a mis hermanas. La guía de la vida a mi hermano.

Quisiera agradecer también a mis amigos, alivio cuando el desasosiego ha reinado.

Por supuesto, apunto de concluir esta aventura, uno se acuerda de los profesores. A veces para bien, y a veces para mal. Quisiera destacar a los que más me han influido y con los que más he aprendido, Patricio, Cánovas, Ripoll, José María, Pepe Pérez. A veces, las enseñanzas no son sólo teoría y problemas.

Y como no, a mi tutor de proyecto, por esa paciencia incommensurable, Miguel Lucas.

|  |   |  |                     |
|--|---|--|---------------------|
|  <p>Universidad<br/>Politécnica de<br/>Cartagena</p> | <p>Proyecto Final de Carrera</p> <p><b>Diseño de un sistema de<br/>transporte de áridos</b></p> | <p>Realizado por: Ignacio Benito Herrero<br/>Fecha: Marzo 2015</p> |                     |
|  |   | <p>Revisión: 0</p>   | <p>Hoja: 8 de 9</p> |

## 11.- CONCLUSIÓN A LA MEMORIA

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellos se han cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena, se somete a la aprobación de los argumentos oficiales, dándolo por terminado.

En Cartagena, a 24 de Marzo de 2015,

Ignacio Benito Herrero.